



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ciencias Médicas
Carrera de Medicina

**Prevalencia de enfermedades respiratorias agudas en el año 2016 en relación
con la calidad del aire atmosférico de Cuenca 2018**

**Proyecto de Investigación previa a la
obtención del título de Médico**

Autores:

José Gabriel Fernández Peralta C. I. 1400615389

Erick Alberto Ortiz Mora C. I. 0104874904

Director:

Dr. José Ricardo Ordoñez Vintimilla

C. I. 0101387926

Asesor:

Dr. Jorge Leonidas Parra Parra

C. I. 0101311397

Cuenca – Ecuador

01-Octubre-2019



RESUMEN

Introducción: según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación del aire causa 4.2 millones de muertes prematuras en todo el mundo por año; en 2016 aproximadamente el 72% de estas muertes se relacionaron con la contaminación del aire y el 24% a causas respiratorias.

Objetivo: determinar la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas en el año 2016, en relación con la calidad del aire atmosférico de Cuenca.

Metodología: investigación analítica, transversal de la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas obtenido del registro electrónico del perfil de morbilidad del MSP de los centros de salud de Cuenca en el año 2016 correspondientes con los puntos de monitoreo de la EMOV-EP y la relación con la calidad del aire atmosférico tomado del informe de calidad del aire en Cuenca de la EMOV-EP. No se tomó una muestra, se trabajó con el universo. El análisis se realizó mediante estadística descriptiva, regresión lineal bivalente (Rho de Spearman) y multivariante. Para el análisis se usó el software: EPI Info y para la presentación de tablas y gráficos: Excel 2016

Resultados: la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas en la zona urbana del cantón Cuenca fue del 13%. La prevalencia en los puntos de más alta contaminación fue en el sector el Cebollar con 19%, mientras que la prevalencia en los puntos de menor contaminación fue el sector Colegio Borja con 41%.

Conclusión: En el análisis multivariado no se encontró relación positiva entre las variables estudiadas.

Palabras clave: Enfermedades respiratorias agudas. Calidad de aire. Monitoreo EMOV-EP.



ABSTRACT

Background: According to the World Health Organization (WHO), air pollution causes 4.2 million premature deaths worldwide per year; in 2016, approximately 72% of these deaths were related to air pollution and 24% to respiratory causes.

Objective: to determine the prevalence of acute respiratory diseases in 2016, in relation to the atmospheric quality of Cuenca.

Methodology: analytical, cross-sectional investigation of the prevalence of acute respiratory diseases obtained from the electronic record of the morbidity profile of the MSP of the health centers of Cuenca in 2016 corresponding to the monitoring points of the EMOV-EP and the relationship with the atmospheric air quality taken from the EMOV-EP air quality report in Cuenca. A sample was not taken, it worked with the universe. The analysis was performed using descriptive statistics, bivariate linear regression (Spearman's Rho) and multivariate. For the analysis the software was used: EpiInfo and for the presentation of tables and graphs: Excel 2016.

Results: the prevalence of acute respiratory diseases in the urban area of the canton Cuenca was 13%. The prevalence at the highest pollution points was in the Cebollar sector with 19%, while the prevalence at the lowest pollution points was the Borja College sector with 41%.

Conclusion: In the multivariate analysis, no positive relationship was found between the variables studied.

Key words: Acute respiratory diseases. Air quality. Monitoring EMOV-EP.



ÍNDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	10
1.1. Introducción	10
1.2. Planteamiento del problema	11
1.3. Justificación.....	12
CAPÍTULO II.....	14
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	14
2.1. Las enfermedades respiratorias y la calidad del aire.....	14
2.2. Efectos de la contaminación en el sistema respiratorio.....	15
2.3. Causas que favorecen la aparición de enfermedad respiratoria	17
2.4. Contaminación atmosférica.....	18
2.5. Calidad de aire en Cuenca.....	23
CAPÍTULO III	25
3.1. HIPÓTESIS	25
3.2. OBJETIVOS.....	25
CAPÍTULO IV	26
DISEÑO METODOLÓGICO	26
4.1. Tipo de estudio	26
4.2. Universo y muestra.....	26
4.3. Criterios de inclusión y exclusión	27
4.4. Variables y Operacionalización:	28
4.5. Instrumentos, técnicas y procedimientos	29
4.6. Métodos y modelos de análisis de datos	29
4.7. Programa utilizado para el análisis de los datos.....	30
4.8. Aspectos éticos	30
CAPÍTULO V	31
RESULTADOS	31
CAPÍTULO VI	44
	4



DISCUSIÓN.....	44
CAPÍTULO VII.....	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
7.1 Conclusiones	48
7.2 Recomendaciones.....	48
CAPÍTULO VIII	50
CAPÍTULO IX	55
ANEXOS.....	55



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

José Gabriel Fernández Peralta, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del proyecto de investigación “Prevalencia de enfermedades respiratoria agudas en el año 2016 en relación con la calidad del aire atmosférico de Cuenca 2018”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este proyecto de investigación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 01 de octubre del 2019

José Gabriel Fernández Peralta

C.I. 1400615389



Cláusula de Propiedad Intelectual

José Gabriel Fernández Peralta, autor del proyecto de investigación “Prevalencia de enfermedades respiratorias agudas en el año 2016 en relación con la calidad del aire atmosférico de Cuenca 2018”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 01 de octubre del 2019

José Gabriel Fernández Peralta

C.I. 1400615389



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Erick Alberto Ortiz Mora, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del proyecto de investigación “Prevalencia de enfermedades respiratoria agudas en el año 2016 en relación con la calidad del aire atmosférico de Cuenca 2018”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este proyecto de investigación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 01 de octubre del 2019

Erick Alberto Ortiz Mora

C.I. 0104874904



Cláusula de Propiedad Intelectual

Erick Alberto Ortiz Mora, autor del proyecto de investigación “Prevalencia de enfermedades respiratorias agudas en el año 2016 en relación con la calidad del aire atmosférico de Cuenca 2018”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 01 de octubre de 2019

Erick Alberto Ortiz Mora

C.I. 0104874904



CAPÍTULO I

1.1. Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2016 aproximadamente el 72% de las muertes prematuras se relacionaron con la contaminación del aire, de este total el 58% corresponde a causas cardiovasculares, y el 24% a causas respiratorias agudas y crónicas (1).

En 2016, a nivel mundial, el 91% de la población habitaba en zonas con niveles de contaminación del aire superiores a las sugeridas por la guía de calidad del aire de la OMS. Se estima que la contaminación del aire, tanto en las zonas urbanas como en las rurales, fue causa de 4.2 millones de muertes prematuras en todo el mundo en 2016; esta mortalidad se atribuye a la exposición del ser humano a material particulado, las cuales aumentan el riesgo para la aparición de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y neoplásicas (1,2).

En el año 2013, se publicó un estudio en la ciudad de Quito acerca del incremento de enfermedades respiratorias en escolares, el cual determinó, que los niños procedentes de zonas de alta contaminación del aire tienen un riesgo cuatro veces mayor de presentar infecciones respiratorias agudas en comparación con los niños residentes de sectores urbanos periféricos y rurales con niveles bajos de contaminación del aire (3).

En el año 2014 en la ciudad de Cuenca, se realizó el estudio “Contaminación del aire exterior”, el cual evidenció que los niveles de partículas PM_{10} en Cuenca se hallaban por encima de los niveles que sugiere la guía de la OMS (4).

De acuerdo con el perfil de morbilidad ambulatoria del Ministerio de Salud Pública (MSP) se encontró que, en promedio, en la ciudad de Cuenca en el año 2016 el 27.42% de las causas de morbilidad ambulatoria correspondieron a enfermedades respiratorias agudas (5).



En este contexto y con el propósito de ofrecer una orientación para reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud, la OMS ha generado guías de calidad del aire; así mismo la Secretaría de Ambiente de Ecuador ha creado la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente (NCAA), documentos que se tomaron en consideración dentro del marco legal y como prioridad de investigación para la presente, así como, para determinar la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas en unidades de salud de primer nivel en el año 2016, en relación con la calidad del aire atmosférico de Cuenca medido por la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV-EP) (5).

1.2.Planteamiento del problema

La OMS viene alertando desde hace años sobre los efectos adversos de la contaminación ambiental en la salud de la población. Este organismo ha indicado que, la exposición a contaminantes del aire aumenta la tasa de morbilidad y mortalidad, así como el número de ingresos hospitalarios de pacientes con síntomas respiratorios y cardiovasculares (6).

La principal fuente de contaminación del aire es el generado por todas las emisiones de tráfico vehicular, independiente del tipo vehículo. Además, se encuentran las fuentes estacionarias o fijas (industrias) que en sus procesos de producción utilizan la quema de diferentes combustibles, especialmente fósiles. Existen también otras fuentes, como los incendios forestales y la quema de biomasa o basura; así como, aquellas provenientes de procesos naturales, como: erupciones volcánicas, tormentas de polvo, entre otras (7).

En un metaanálisis acerca de los efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica, realizado en Latinoamérica por Fajersztajn et al; en 2017, se encontró que por cada $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado que se incrementaba sobre los niveles límite, aumentó la mortalidad respiratoria y cardiovascular de la población expuesta en todos los grupos de edad ($\text{RR} = 1.02$, 95% y $\text{RR} = 1.01$, 95% respectivamente) (2).

Rodríguez et al; en 2018 en Colombia descubrieron una asociación entre la concentración de contaminantes y el aumento de la morbilidad en los servicios de urgencias. Esta



asociación se mantuvo incluso cuando dichas concentraciones estuvieron por debajo de los límites máximos estipulados por la legislación colombiana y de la calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (8).

En Cuenca-Ecuador, la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV-EP) realiza el monitoreo de la calidad del aire, llegando a generar mapas de sectores, en donde se evidencian diferentes niveles de calidad de aire y contaminación. Sin embargo, no se cuenta con estudios que demuestren si existe relación entre la calidad de aire y la aparición de enfermedades respiratorias agudas (5).

En virtud de lo mencionado, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la relación entre la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas y la calidad del aire atmosférico en Cuenca en el año 2016?

1.3.Justificación

La contaminación del aire es un problema no solamente medioambiental sino también social, mismo que genera efectos en la salud humana, en los ecosistemas y el clima a nivel mundial. La Constitución del Ecuador en su “Art.14.- ...reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay” (9).

En este contexto, la OMS estableció guías para conseguir una calidad de aire que proteja la salud pública; sin embargo, cada país establece sus propias normas de calidad del aire para proteger la salud de sus ciudadanos, normas que están de acuerdo con su viabilidad tecnológica, los aspectos económicos, sociales, el nivel de desarrollo y capacidad nacional de gestión. En el Ecuador, la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente (NCAA) tiene por objetivo principal preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general (1,10).



El presente estudio propuso analizar la asociación entre los contaminantes aéreos y sus efectos en la salud humana, específicamente con enfermedades respiratorias agudas en individuos durante el año 2016 en el cantón Cuenca; para el efecto, se utilizaron datos de morbilidad ambulatoria por enfermedades respiratorias agudas y datos sobre la contaminación del aire en diferentes sectores de la ciudad de Cuenca, con el fin de encontrar la relación existente entre dichas variables.

La investigación procura aportar con nuevos datos sobre la morbilidad poblacional y generar niveles de concienciación sobre la importancia de la medición de la calidad del aire. Correspondiendo las infecciones respiratorias altas y bajas con las prioridades de investigación en salud de MSP – Infecciones comunes. Se espera que los organismos correspondientes encargados de la preservación de la salud humana y medioambiental utilicen la información generada a fin de considerar ajustes en las normas y políticas medioambientales, así como, de control y monitoreo de contaminación en la ciudad de Cuenca (11).

Los beneficiarios directos del estudio serán la población de Cuenca y sus alrededores, pues conocerán su realidad y el riesgo frente a la exposición de la contaminación ambiental; además los resultados de la investigación servirán de base para plantear políticas adecuadas que permitan reducir los problemas de salud y sus consecuencias.

La presente investigación será publicada en el repositorio digital de la Universidad de Cuenca, donde estará a disposición de la comunidad con fines educativos y de investigación.



CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Enfermedades respiratorias

Es conocida la relación existente entre la calidad del aire que se respira y la presencia de enfermedades respiratorias de diversa índole, ya sean agudas o crónicas (12). Entre las primeras destacan las infecciones agudas del tracto respiratorio superior e inferior, encontrando las siguientes:

- J00 Rinofaringitis aguda
- J01 Sinusitis aguda
- J02 Faringitis aguda
- J03 Amigdalitis aguda
- J04 Laringitis y traqueítis aguda
- J05 Laringitis aguda obstructiva [crup] y epiglotitis aguda obstructiva
- J06 Infecciones agudas del tracto respiratorio superior de localización múltiple o no especificada
- J09 Gripe, virus de la gripe aviaria identificado
- J10 Gripe, ortomixovirus identificado
- J12 Neumonía viral, no clasificada en otra parte
- J13 Neumonía debida al *Streptococcus pneumoniae*
- J14 Neumonía debida al *Haemophilus influenzae*
- J15 Neumonía bacterial, no clasificada en otra parte
- J16 Neumonía debida a otros organismos infecciosos no clasificada en otra parte
- J17 Neumonía en enfermedades clasificadas en otra parte
- J18 Neumonía, organismo sin especificar
- J20 Bronquitis aguda



- J21 Bronquiolitis aguda
- J22 Infección respiratoria inferior aguda sin específica
- H65 Otitis media no-supurativa
- H66 Otitis media supurativa y otitis media sin especificar

2.2. Efectos de la contaminación en el sistema respiratorio

El desarrollo de enfermedad pulmonar generada por el medio ambiente depende de ciertos factores, tales como: la toxicidad de la sustancia inhalada, la intensidad y duración de la exposición, y la susceptibilidad del individuo afectado. Por otro lado, el estado físico de los gases, el tamaño y solubilidad de los mismos, determinan el sitio inicial de acción de la enfermedad (12, 31).

Los contaminantes atmosféricos que generan riesgo para la salud humana son: el material particulado inhalable y compuestos químicos gaseosos tales como dióxido de nitrógeno, ozono y dióxido de azufre. Estos contaminantes ocasionan hiperreactividad a nivel de las vías aéreas, además se ha hallado una fuerte asociación con el número de consultas médicas ambulatorias (13, 14, 15).

Los gases que poseen la capacidad de solubilizarse en el agua, como el dióxido de azufre (SO_2), generan una reacción con la capa mucosa que reviste las vías aéreas superiores, mientras que los gases que poseen una menor solubilidad, como es el caso del dióxido de nitrógeno (NO_2), tienen mayor probabilidad de alcanzar los alvéolos pulmonares. Los contaminantes químicos presentes en el aire ambiental, aumentan la actividad inflamatoria propia generada por los microorganismos patógenos de las vías aéreas (7).

Las partículas de tamaño menor a 5 micras pueden alcanzar a los alveolos pulmonares, mientras que aquellas de tamaño superior a $10\mu\text{m}$ se adhieren y quedan atrapadas por acción del moco, mientras que los cilios presentes en el tracto respiratorio superior se encargan de eliminarlas. Las partículas finas $\leq 2,5\mu\text{m}$, debido a su tamaño aerodinámico tienen la capacidad de alcanzar con relativa facilidad los bronquiólos terminales y los sacos alveolares, en donde los neumocitos pueden fagocitar las partículas extrañas y



atravesar la membrana alvéolo-capilar, llegando a la circulación pulmonar donde eventualmente son transportadas a la circulación sistémica (16).

Los contaminantes del aire pueden llegar a alterar el funcionamiento normal de los mecanismos de defensa del aparato respiratorio. La capa luminal de moco y las células ciliadas forman parte fundamental de la primera línea de defensa en contra de cuerpos extraños, en este caso las partículas de los contaminantes que han logrado llegar a las vías aéreas. Los contaminantes pueden llegar a interferir en la composición o producción de moco presente en la luz de la vía aérea y alterar la normal función de los cilios y su epitelio (8).

Además, las partículas de los elementos contaminantes pueden generar alteración de las células sensoriales del epitelio bronquial que se encuentran repartidos en la mayor parte de las vías respiratorias. El músculo liso puede verse comprometido, desencadenando contracción de este, lo que se traduce como hiperreactividad en el tracto respiratorio, existe una mayor producción por parte de las glándulas mucosas, ocasionando signos y síntomas de carácter respiratorio como: tos y expectoración. Por otra parte, en el tracto respiratorio inferior, los aerosoles y partículas de los contaminantes pueden generar impacto sobre los macrófagos alveolares o neumocitos, y a nivel de la barrera alveolo capilar, que favorece el intercambio de gases de la vía aérea hacia el torrente sanguíneo y viceversa (8,10).

Dentro de los efectos a corto plazo que genera la exposición a contaminantes de tipo químico presentes en el aire, se encuentran: la inflamación del epitelio que reviste la vía aérea, la hiperreactividad bronquial debido a la contracción del músculo liso, manifestaciones clínicas respiratorias tales como la irritación de la mucosa a nivel de rinofaringe y faringe, la presencia de tos con o sin expectoración, la elevación de consultas médicas en el primer nivel de atención y en urgencias, hospitalizaciones y compromiso transitorio en la fisiología alveolo-pulmonar (8).



2.3. Causas que favorecen la aparición de enfermedad respiratoria

La elevación de la frecuencia respiratoria y de los volúmenes respiratorios son factores que favorecen el aumento de la carga de contaminantes que recibe la vía aérea y los alveolos pulmonares. Por lo tanto, la elevación de la temperatura y la humedad relativa ambiental dificultan la termólisis por parte del tejido tegumentario; el aumento de la altura produce un descenso de la presión de oxígeno durante la fase de inspiración, el aumento de los niveles de progesterona como sucede durante el embarazo y puerperio; los episodios de fiebre y febrículas por distintas causas, y durante la actividad física moderada a intensa (16).

Se ha demostrado que los niños y personas de la tercera edad presentan una mayor susceptibilidad a los efectos producidos por los contaminantes aéreos en relación con la población adulta sana. Entre los factores que aumentan la susceptibilidad de los niños a los contaminantes del aire se incluyen: una efectividad menor del mecanismo de la tos, una frecuencia respiratoria mayor que la del adulto, un volumen pulmonar menor y una superficie alveolar disminuida, los mecanismos de defensa citológicos se encuentran todavía inmaduros, presentan mayor vulnerabilidad a los efectos del estrés oxidativo, los altos índices de infección causadas por microorganismos patógenos del tracto respiratorio, los patrones de comportamiento propios de la edad que favorecen la exposición a los contaminantes, a microorganismos y por ende a infecciones (16, 26).

Los factores que generan mayor susceptibilidad en la población adulta mayor a los agentes contaminantes son: alteraciones de la contracción de los músculos respiratorios principales, lo que se traduce en una fuerza muscular reducida y una menor eficacia de los mismos, los mecanismos de la tos se tornan insuficientes, aumento resistencia torácica, descenso de la respuesta ventilatoria central ante la disminución del oxígeno de la sangre, o el aumento del dióxido de carbono, una menor superficie alveolar funcional, la presencia de enfisema secundario a daño alveolar, disminución en los mecanismos de depuración mucoso y del epitelio ciliar (16).



Así mismo, la presencia de comorbilidades respiratorias crónicas y cardiovasculares generan una mayor vulnerabilidad del organismo ante los aerosoles y partículas contaminantes aéreas, debido a que estas patologías de base se acompañan de manifestaciones clínicas como: disnea y, por lo tanto, aumento de la frecuencia respiratoria, una mayor ventilación por minuto y dificultad en la ejecución de los mecanismos de depuración de las vías respiratorias debido a la presencia de edema tisular e inflamación de la capa mucosa del tracto respiratorio, limitación de la luz, y por lo tanto del flujo aéreo y la capacidad de movilización de volúmenes ventilatorios (16, 27).

2.4. Contaminación atmosférica

Se conoce como contaminación atmosférica a la presencia de una o más sustancias químicas en concentraciones suficientemente altas en el aire para generar daño a los humanos, otros animales, vegetación o materiales. También se incluyen, condiciones físicas como el exceso de calor o ruido (17).

Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire publicadas en 2005 y que hasta la fecha no han sido modificadas, ofrecen orientación general de los límites para contaminantes atmosféricos clave que entrañan riesgos sanitarios (1). Las directrices se aplican en todo el mundo y se basan en la evaluación, realizada por expertos, de las pruebas científicas actuales concernientes a:

- Material particulado (PM por sus siglas en inglés)
- Ozono (O_3)
- Dióxido de nitrógeno (NO_2)
- Dióxido de azufre (SO_2)

2.4.1. Material Particulado (PM)

Es una compleja combinación de partículas en estado sólido y líquido de elementos presentes en el aire de carácter orgánico e inorgánico. Entre los principales componentes de material particulado se encuentran: los derivados del azufre, derivados de nitrógeno y



nitratos, el amoníaco, el cloruro de sodio, el hollín, polvos provenientes de minerales y el agua (8, 28).

Las partículas gruesas tienen un tamaño entre $2,5\mu$ y 10μ , mientras que las finas miden menos de $2,5\mu$ ($PM_{2,5}$). Cuando dichas partículas se encuentran en concentraciones superiores a las normales contribuyen negativamente sobre la salud de la población. El PM grueso se origina de la suspensión o resuspensión de polvo, tierra, materiales provenientes de volcanes y otros tipos de elementos como: sales marinas, polen de plantas, moho, esporas y otros componentes biológicos. Por otra parte, el PM fino se deriva de procesos de combustión, tales como las emisiones de los motores de los vehículos de combustión interna a base gasolina y diésel, la utilización de materiales para la producción de tipos de energía no limpia, y durante los procesos industriales (8).

Dentro del organismo el PM produce la liberación de mediadores vasoactivos y proinflamatorios a nivel de mucosa y epitelio bronquial y respiratorio como interleuquinas IL-6, IL-1 β , factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), e interferón- γ . Estas reacciones favorecen y potencian daño sobre el epitelio pulmonar y aumentan la susceptibilidad frente a microorganismos patógenos. Se ha descubierto que existe influencia sobre los receptores pulmonares, y por lo tanto a nivel de sistema nervioso autónomo (18). Estudios realizados en China muestran por cada aumento de $10\mu g/m^3$ de material particulado fino existe 12% más riesgo de contraer infecciones del tracto respiratorio inferior (19).

Entre los efectos a corto plazo se encuentran: elevación de la morbilidad de origen respiratorio, alteraciones de la fisiología ventilatoria pulmonar, síndrome bronquial obstructivo, menor eficacia de los mecanismos de defensa bronquial y alveolar como la fagocitosis y el mecanismo mucociliar. Entre los efectos a largo plazo se observan: alteraciones del normal desarrollo de la estructura y fisiología del sistema respiratorio, aumento del riesgo de presentar enfermedades neoplásicas en la adultez debido principalmente a la acción de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) (16).

**Cuadro 1. Guías de calidad del aire (CGA). Incremento de mortalidad según concentración de material particulado.**

NIVEL	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2,5} (µg/m ³)	FUNDAMENTO DEL NIVEL ELEGIDO
Intermedio 1	150	75	Incremento de alrededor del 5% de la mortalidad a corto plazo sobre el valor de las GCA.
Intermedio 2	100	50	Incremento de alrededor del 2,5% de la mortalidad a corto plazo sobre el valor de las GCA.
Intermedio 3	75	37,5	Incremento de alrededor del 1,2% de la mortalidad a corto plazo sobre el valor de las GCA.
Valor límite recomendado	50	25	Valores a partir de los cuales existe se demuestra aumento de morbilidad y mortalidad

Guías de calidad del aire y objetivos intermedios para el material particulado: concentraciones de 24 horas. Tomado de Guías de calidad del aire de la OMS, actualización 2005.

2.4.2. Ozono (O₃)

El ozono se origina a nivel de la atmósfera inferior cerca del suelo, producto de las emisiones generadas por vehículos automotores, plantas de energía no renovable, calderas industriales, refinerías de derivados del petróleo, calderas químicas, y otras fuentes, las cuales, ante la exposición a la radiación solar, reaccionan, dando como resultado el ozono (20).

La exposición del ser humano al ozono se ha asociado con una mayor susceptibilidad de presentar infecciones de la vía aérea, crisis agudas en pacientes asmáticos, mayor número de consultas médicas y al servicio de urgencias, así como ingresos hospitalarios de pacientes con exacerbación de enfermedades respiratorias crónicas (17).

Se ha demostrado que el ozono produce alteración del funcionamiento de los macrófagos, mayor liberación de mediadores proinflamatorios y estimulación para la producción de radicales libres. Estos factores contribuyen a la injuria tisular e interviene negativamente en la producción de surfactante alveolar y, por lo tanto, alteración de la quimiotaxis y los mecanismos de fagocitosis de los neumocitos (18,20).

Entre los efectos a corto plazo de la exposición al ozono se encuentran la alteración el epitelio de la vía aérea superior e inferior, aumento de la frecuencia respiratoria,

disminución del CVF y VEF₁, alveolitis neutrofílica, hiperreactividad bronquial, alteración del epitelio alveolar y de los neumocitos alveolares. Los efectos a largo plazos son la alteración del epitelio pulmonar, daño de la membrana alveolocapilar, disminución del CVF y VEF₁ (16, 29).

Cuadro 2. Guías de calidad del aire (CGA). Concentración de ozono en el aire ambiental y sus efectos en la salud.

NIVEL	Media diaria de ocho horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	FUNDAMENTO DEL NIVEL ELEGIDO
Nivel Alto	240	– Efectos perjudiciales en la salud; proporción sustancial de la población vulnerable afectada.
Intermedio	160	– Efectos inflamatorios en el tracto respiratorio de adultos jóvenes sanos que hacen ejercicio expuestos durante periodos de 6,6 horas – Efectos en la salud de los niños. – Aumento estimado de un 3-5% de la mortalidad diaria.
Valor límite recomendado	100	La exposición a este nivel de ozono está asociada con: – Un aumento estimado de un 1-2% de la mortalidad diaria.

Guía de calidad del aire de la OMS y objetivo intermedio para el ozono: concentraciones de ocho horas. Tomado de Guías de calidad del aire de la OMS, actualización 2005.

Los estudios muestran una elevación de la mortalidad diaria de un 0,3-0,5% por cada incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de ozono en ocho horas por encima de un nivel de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.4.3. Dióxido de nitrógeno (NO_2)

El dióxido de nitrógeno es un gas tóxico presente en el aire ambiental, se deriva en su mayoría de la combustión interna de vehículos automotores, y se considera como un factor de riesgo para la patogénesis de procesos inflamatorios del tracto respiratorio. El monóxido de nitrógeno interactúa con el ozono, produciendo oxidación, y dando lugar al dióxido de nitrógeno (21).

Estudios experimentales realizados en humanos y animales demuestran que la exposición al NO_2 en periodos de corta duración en concentraciones mayores a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se comporta como un gas tóxico con efectos negativos sobre la salud. La guía de la OMS

estableció la concentración de $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ como valor límite para proteger a la población de los nocivos del NO_2 gaseoso (30).

Entre los efectos a corto plazo, se mencionan: el daño agudo del epitelio respiratorio, inflamación e hiperreactividad del árbol bronquial, alteración de la respuesta inmunitaria $\text{Th1}/\text{Th2}$, el aumento de síntomas respiratorio, exacerbación del asma en los niños, una menor actividad y efectividad de los mecanismos de depuración mucociliar (21).

Cuadro 3. Guías de calidad del aire (CGA). Concentración de dióxido de nitrógeno en el aire ambiental y sus efectos en la salud.

NIVEL	Media anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media en una hora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	FUNDAMENTO DEL NIVEL ELEGIDO
Valor límite recomendado	40	200	El NO_2 , en concentraciones de corta duración superiores a $200\mu\text{g}/\text{m}^3$, es un gas tóxico con efectos importantes en la salud.

Guía de calidad del aire de la OMS y objetivo intermedio para el NO_2 : concentración anual. Tomado de Guías de calidad del aire de la OMS, actualización 2005.

2.4.4. Dióxido de azufre (SO_2)

El dióxido de azufre es un gas nocivo presente en el aire ambiente (SO_2), se considera como un importante contaminante del aire, especialmente en los países en vías de desarrollo, debido a que se forma de la oxidación del azufre presente en los combustibles fósiles poco refinados como el diésel. (22).

Se ha estudiado que, por cada aumento de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las concentraciones de SO_2 , existe un incremento de 0.59% en la mortalidad total debido a causas no accidentales, así mismo se observó un incremento de 0.55% de enfermedades respiratorias y 0.69% de EPOC. (22,23).

En concentraciones elevadas, el SO_2 se comporta como un gas irritante que afecta a las mucosas oculares y vías respiratorias, es un fuerte broncoconstrictor. Además, tiene repercusión en los mecanismos de defensa del sistema respiratorio, puede exacerbar síntomas tanto de las enfermedades cardiovasculares como respiratorias crónicas, e inducir inflamación sistémica y estrés oxidativo. (22).



Se recomienda que no se supere una concentración de $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ en intervalos de 10 minutos. Entre los efectos a corto plazo se encuentra la obstrucción bronquial debido a la broncoconstricción e hipersecreción bronquial. Entre los efectos a largo plazo, puede producir bronquitis crónica (28).

Cuadro 4. Guías de calidad del aire (CGA). Concentración del dióxido de azufre en el aire ambiente y recomendaciones

NIVEL	Promedio de 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio de 10 minutos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	FUNDAMENTO DEL NIVEL ELEGIDO
Intermedio 1	125	–	Incremento de 0.59% de la mortalidad total
Intermedio 2	50	–	Controlar las emisiones de los vehículos conduciría a mejoras significativas de la salud.
Valor límite recomendado	20	500	

Guía de calidad del aire de la OMS y objetivo intermedio para el dióxido de azufre: concentraciones de ocho horas. Tomado de Guías de calidad del aire de la OMS, actualización 2005.

2.5. Calidad de aire en Cuenca

Según el inventario presentado por la EMOV-EP en 2014, las fuentes que generan mayor emisión contaminante en Cuenca son:

- Monóxido de carbono (CO): tráfico vehicular 94.5%.
- Óxidos de nitrógeno (NO_x): tráfico vehicular 71.2%, térmicas 18.5%.
- Compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVNM): industrias 60.4%, térmicas 35.1%.
- Dióxido de azufre (SO₂): industrias 48.2%, tráfico vehicular 30.2%, térmicas 21.1% térmicas.
- Material particulado fino (MP_{2.5}): tráfico vehicular 42.5%, ladrilleras artesanales 38.5%, térmicas 11.3%.
- Material particulado grueso (MP₁₀): tráfico vehicular 55.6%, ladrilleras artesanales 24.6% (23).

Cuadro 5. Diferencia entre los niveles límite de los contaminantes del aire según la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente (NCAA) y las Guías de Calidad del Aire (CGA) de la OMS

Contaminante	Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente (NCAA)	Normas de la OMS 2005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
		Objetivos intermedios			Valores límite
		IT-1a	IT-2a	IT-3a	
PM _{2.5} (24 h)	50	75	50	37.5	25
PM ₁₀ (24 h)	100	150	100	75	50
SO ₂ (24 h)	125	125	50		20
O ₃ (8 h)	100	240		160	100
NO ₂ (1 h)	200				200
NO ₂ (anual)	40				40

Guía IT-1, IT-2, IT-3: objetivos intermedios de calidad del aire asociados a incremento de la mortalidad con relación a exposición a contaminantes. Tomado de Guía OMS de la calidad del aire 2005¹. Norma Ecuatoriana de Calidad de Aire Ambiental (NCAA) 2011²³.

Cuadro 6. Puntos de monitorización de aire en Cuenca y Unidades de Salud correspondientes

Nombre del Punto de Monitoreo	Código	Centro de Salud Correspondiente
Misicata	MIS	Centro de Salud Baños
Colegio Rafael Borja	CRB	Centro de Salud Carlos Elizalde
Escuela Carlos Crespi II	ECC	Centro de Salud El Cebollar
Planta del Cebollar	CEB	
Facultad de Odontología Universidad de Cuenca	ODO	Centro de Salud El Paraíso
Escuela Ignacio Andrade	EIA	Centro de Salud Machángara
Machángara	MAN	
Estación de Bomberos	BCB	Centro de Salud Nicanor Merchán
Calle Larga	LAR	
Municipio (Pasiva)	MUN	Centro de Salud N°2
Vega Muñoz	VEG	
Mercado El Arenal	MEA	Centro de Salud N°4
Escuela Velasco Ibarra	EVI	Centro de Salud Parque Iberia
Escuela Ignacio Escandón (Pasiva)	EIE	
Terminal Terrestre	TET	Centro de Salud Terminal Terrestre
Colegio Carlos Arízaga Vega	CCA	Centro de Salud Uncovía
Escuela Héctor Sempértegui	EHS	
Colegio Herlinda Toral	CHT	Centro de Salud UNE-Totoracocha
Balzay CEA - Universidad de Cuenca	BAL	Centro de Salud Virgen del Milagro

Fuente: Informe de la calidad del aire en Cuenca durante el año 2016 (EMOV 2016) **Elaborado por:** José Gabriel Fernández Peralta, Erick Alberto Ortiz Mora



CAPÍTULO III

3.1. HIPÓTESIS

Existe relación positiva entre la calidad del aire de Cuenca y la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas en unidades de salud de primer nivel de los sectores cercanos a los puntos de monitoreo en el año 2016.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. General

- Determinar la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas en el año 2016 en relación con la calidad del aire atmosférico de Cuenca.

3.2.2. Específicos

1. Determinar las zonas de mejor y peor calidad del aire en la ciudad de Cuenca, de acuerdo con los resultados generados por la EMOV-EP.
2. Establecer la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas en las unidades de salud correspondientes a los puntos de monitoreo de la calidad del aire (EMOV-EP).
3. Relacionar las variables: prevalencia de enfermedades respiratoria agudas de las unidades de salud correspondientes a los puntos de monitoreo (EMOV-EP) y, la calidad del aire atmosférico en Cuenca.



CAPÍTULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de estudio

Investigación analítica, transversal.

4.2. Universo y muestra

El universo del estudio estuvo conformado por todas las historias clínicas de los pacientes que acudieron a las unidades de salud pública de primer nivel más cercanas a los puntos de monitoreo de la EMOV-EP (Cuadro 6) durante el año 2016 en el cantón Cuenca, que fueron diagnosticados de enfermedades respiratorias agudas, que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión, y que sumaron un total de 63253 registros.

Los 63253 registros son de tipo electrónico y fueron extraídas del “Perfil de morbilidad ambulatoria – producción 2016”, perteneciente a las bases de datos del MSP, mismas que son de carácter público, y se puede acceder a estas a través del sitio web oficial del MSP (5).

Debido a las características del estudio no se consideró la necesidad de calcular una muestra, puesto que se trabajó con el universo. Sin embargo, es necesario aclarar que los datos obtenidos de las bases de datos del MSP únicamente reflejan la distribución de morbilidad y las atenciones en el sector público, más no en el privado, considerándose esto como un sesgo y por lo tanto una debilidad del presente estudio.

De igual manera, los datos con respecto a la contaminación atmosférica en la ciudad de Cuenca han sido extraídos del “Informe de Calidad Aire Cuenca 2016”, documento público generado por la EMOV-EP en el año 2016 y publicado en 2017 (24). De dicho documento se tomaron datos acerca de los niveles y tipos de contaminantes atmosféricos presentes en los diferentes puntos de la ciudad de Cuenca.



Con el fin de encontrar relación entre la prevalencia de las enfermedades respiratorias agudas y la calidad de aire, se obtuvo el perfil de morbilidad ambulatoria de los trece centros de salud más cercanos a los puntos de monitoreo, los datos generados por la EMOV- EP de los tipos de contaminantes y los niveles promedio de los mismos durante 2016. En Cuenca existen 20 puntos de monitoreo de la calidad del aire pertenecientes a la EMOV-EP, y por su ubicación geográfica se correspondieron con 13 centros de salud públicos (Cuadro 6).

4.3. Criterios de inclusión y exclusión

– **Inclusión:** se incluyeron los registros de pacientes con enfermedades respiratorias agudas que:

1. Tuvieran el diagnóstico con clasificación CIE-10 de:

- J00-J06 Infecciones agudas del tracto respiratorio superior: J00 Rinofaringitis aguda; J01 Sinusitis aguda; J02 Faringitis aguda; J03 Amigdalitis aguda; J04 Laringitis y traqueítis aguda; J05 Laringitis aguda obstructiva [crup] y epiglotitis aguda obstructiva; J06 Infecciones agudas del tracto respiratorio superior de localización múltiple o no especificada.
- J09-J18 Gripe y neumonía: J09 Gripe, virus de la gripe aviaria; J10 Gripe, ortomixovirus identificado; J12 Neumonía viral, no clasificada en otra parte; J13 Neumonía debida al *Streptococcus pneumoniae*; J14 Neumonía debida al *Haemophilus influenzae*; J15 Neumonía bacterial, no clasificada en otra parte; J16 Neumonía debida a otros organismos infecciosos no clasificada en otra parte; J17 Neumonía en enfermedades clasificadas en otra parte; J18 Neumonía, organismo sin especificar.
- J20-J22 Otras infecciones agudas del tracto respiratorio inferior: J20 Bronquitis aguda; J21 Bronquiolitis aguda; J22 Infección respiratoria inferior aguda sin especifica.
- H65-H66 Otitis media: H65 Otitis media no-supurativa, H66 Otitis media supurativa y otitis media sin especificar.



2. Correspondan a las unidades de salud más cercanas a los puntos de monitorización de la calidad de aire en la ciudad de Cuenca: Centro de Salud Parque Iberia; Centro de Salud N°4; Centro de Salud El Paraíso; Centro de Salud UNE-Totoracocha; Centro de Salud Terminal Terrestre; Centro de Salud N°2; Centro de Salud Carlos Elizalde; Centro de Salud Virgen del Milagro; Centro de Salud Machángara; Centro de Salud Uncovía; Centro de Salud El Cebollar; Centro de Salud Nicanor Merchán; Centro de Salud Baños (Cuadro 6).
 3. Registros clínicos que pertenezcan al año 2016.
 4. Pacientes que viven en la zona correspondiente a la unidad de salud en cuestión (Cuadro 5), con registro clínico de enfermedad respiratoria actual.
 5. Pacientes de todos los grupos de edad: 0-9 años; 10-19 años; 20-64 años; 65 años en adelante (total de 114094 pacientes).
- **Exclusión:** se excluyeron los registros clínicos que:
1. Se encuentren incompletos o sin el diagnóstico CIE-10.
 2. Registros clínicos de pacientes que presentan reagudización de patologías respiratorias crónicas.
 3. Registros clínicos de pacientes con cuadros secundarios a patologías respiratorias alérgicas: asma, rinitis.

4.4. Variables y Operacionalización:

Las variables consideradas y operacionalizadas (anexo 1) en la investigación fueron:

- Edad.
- Enfermedades respiratorias agudas.
- Tipo de contaminante
- Calidad del aire
- Unidades de salud del primer nivel participantes.

Se establecerá la relación existente entre las variables: contaminación atmosférica (variable independiente) y enfermedades respiratorias agudas (variable dependiente).



Otras variables independientes: edad, calidad del aire, unidades de salud del primer nivel correspondientes a los puntos de monitoreo EMOV-EP.

4.5. Instrumentos, técnicas y procedimientos

a. Instrumentos:

Se elaboró una tabla (anexo 2) para la recolección de datos, misma que guardó la información de los pacientes diagnosticados con enfermedad respiratoria aguda. El formulario recogió información solo en los sitios de monitoreo de la calidad del aire que realiza la empresa municipal EMOV-EP.

Las unidades operativas de las cuales se extrajo la información fueron: Centro de Salud Parque Iberia, Centro de Salud N°4, Centro de Salud El Paraíso, Centro de Salud UNE-Totoracocha, Centro de Salud Terminal Terrestre, Centro de Salud N°2, Centro de Salud Carlos Elizalde, Centro de Salud Virgen del Milagro, Centro de Salud Machángara, Centro de Salud Uncovía, Centro de Salud El Cebollar, Centro de Salud Nicanor Merchán y Centro de Salud Baños.

Los datos de la contaminación en Cuenca fueron extraídos del “Informe de la Calidad del Aire de Cuenca durante el Año 2016”, documento público generado por la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV-EP) y de su red de monitoreo.

4.6. Métodos y modelos de análisis de datos

Los datos obtenidos fueron ingresados y tabulados en los programas Microsoft Office 2016 y EPI Info, Microsoft Excel 2016 para la presentación de tablas simples.

En la presentación de datos se utilizaron tablas y gráficos. Para el análisis descriptivo se utilizaron frecuencias y porcentajes. Para el análisis bivariante, se aplicó la correlación de Spearman considerando significativo la $p < 0.05$. Para el análisis multivariante se utilizó regresión lineal múltiple.



4.7. Programa utilizado para el análisis de los datos

Se utilizó los programas Microsoft Excel 2016 y Microsoft Word 2016 para la presentación de tablas simples de frecuencia, porcentajes y gráficos.

Para el análisis bivariado y multivariado se usó el software EPI Info. Las tablas y gráficos derivados del análisis fueron editados en Microsoft Excel 2016 y Microsoft Word 2016.

4.8. Aspectos éticos

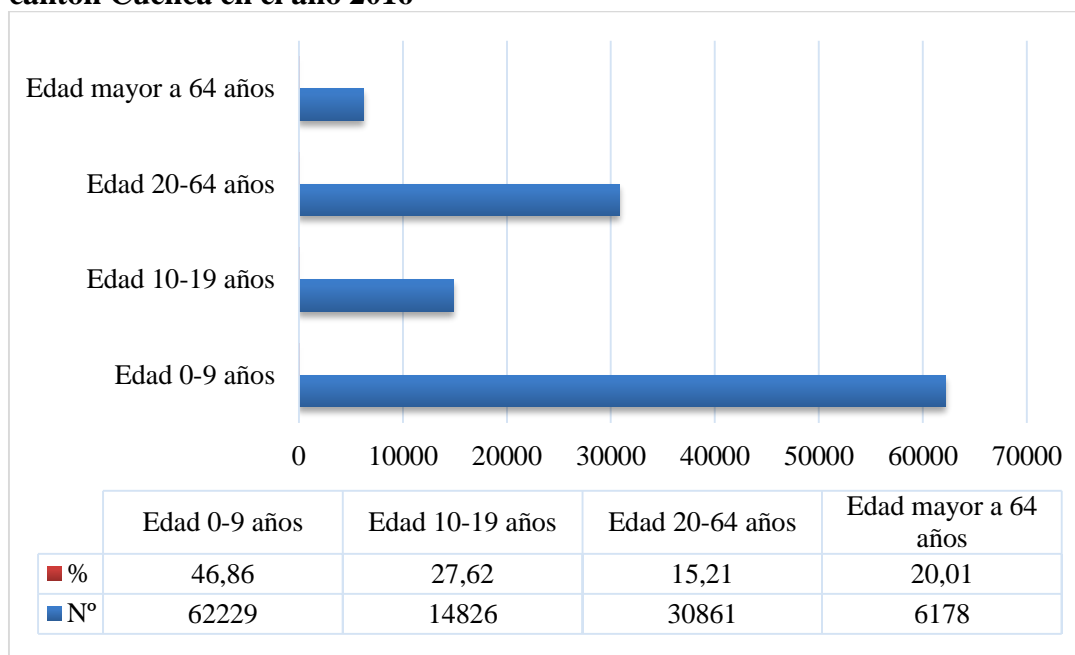
Previo a la ejecución de la investigación se tramitó el protocolo en la Comisión de Asesoría de Tesis, a la vez que recibió la aprobación del Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca.

Dado que la investigación tuvo como fuentes de información a las historias clínicas de pacientes que acudieron a las unidades operativas, no se requirió de consentimiento informado, pero si se solicitó el permiso respectivo por parte de las autoridades responsables de dichas unidades. La información obtenida, fue manejada únicamente con fines investigativos, guardando en todo momento su confidencialidad, a través del uso de código numérico. Toda la información generada tuvo propósito netamente académico y se faculta a quien crea conveniente la verificación de la misma.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

Gráfico 1. Distribución de enfermedades respiratorias agudas según grupos de edad, registradas en trece unidades del primer nivel de salud de la zona urbana del cantón Cuenca en el año 2016

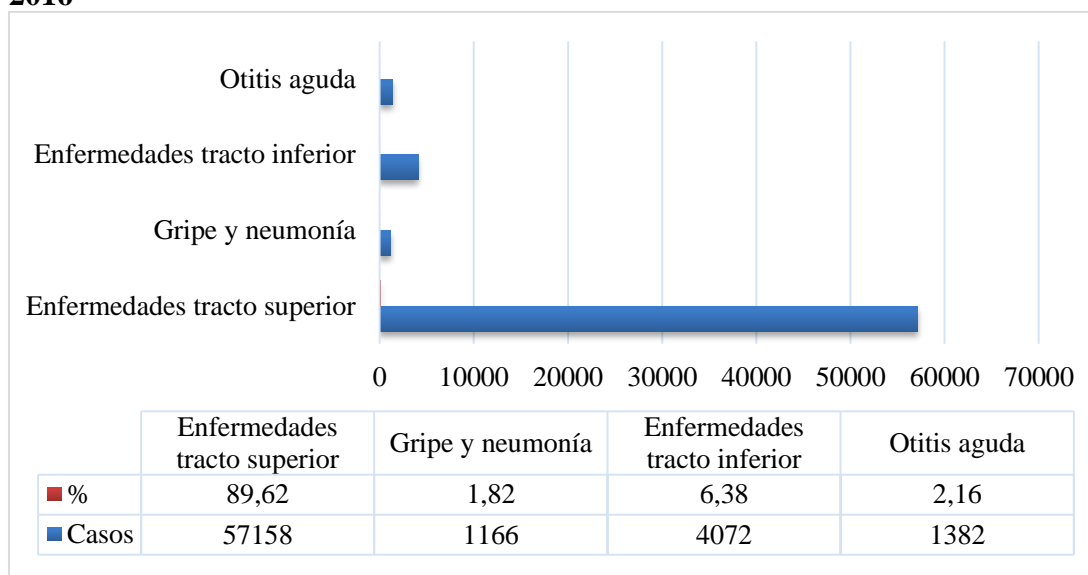


Fuente: perfil de morbilidad ambulatoria MSP, producción 2016

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

El total de casos atendidos en las trece unidades de salud del primer nivel de salud de la zona urbana del cantón Cuenca por presentar enfermedades respiratorias agudas en el 2016 fue de 63253. El grupo de edad con mayor porcentaje de casos fue el de 0 a 9 años con el 46.86% (n=62229); mientras que el grupo poblacional con menor porcentaje de casos fue el de pacientes entre 20 y 64 años con un 15.21% (n=30861). Evidenciándose que los grupos vulnerables para enfermedades respiratorias agudas: niños y adultos mayores.

Gráfico 2. Distribución de enfermedades respiratorias agudas registradas en trece unidades del primer nivel de salud de la zona urbana del cantón Cuenca en el año 2016



Fuente: perfil de morbilidad ambulatoria MSP, producción 2016

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

Del total de atenciones en los centros de salud en el año 2016, las enfermedades respiratorias agudas con mayor número de casos corresponden a enfermedades del tracto respiratorio superior con un 89,62% (n=57158), mientras que el grupo con menor número de casos es Gripe y neumonía con un 1,82% (n=1166).

Tabla 1. Calidad del aire Cuenca en el año 2016 de acuerdo con las zonas de monitoreo de contaminantes atmosféricos según la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente (NCAA)

Sectores	MP	Ozono	NO ₂	SO ₂	Centro de salud correspondiente
Escuela Velasco Ibarra					Centro de Salud Parque Iberia
Escuela Ignacio Escandón					Centro de Salud Parque Iberia
Mercado El Arenal					Centro de Salud El Arenal
Facultad de Odontología					Centro de Salud El Paraíso
Colegio Herlinda Toral					Centro de Salud UNE-Totoracocha
Terminal Terrestre					Centro de Salud Terminal Terrestre
Municipio (Pasiva)					Centro de Salud N2
Municipio (Pasiva)					Centro de Salud N2
Colegio Rafael Borja					Centro de Salud Carlos Elizalde N4
Balzay - Universidad de Cuenca					Centro de Salud Virgen del Milagro
Escuela Ignacio Andrade					Centro de Salud Machángara
Machángara					Centro de Salud Machángara
Colegio Carlos Arízaga Vega					Centro de Salud Uncovía
Escuela Héctor Sempértegui					Centro de Salud Uncovía
Escuela Carlos Crespi II					Centro de Salud El Cebollar
Planta del Cebollar					Centro de Salud El Cebollar

Estación de Bomberos					Centro de Salud Nicanor Merchán N3
Calle Larga					Centro de Salud Nicanor Merchán N3
Misicata					Centro de Salud Baños

MP10		Ozono		NO2		SO2	
0 - 50µ	Buena calidad	0 - 100µ	Buena calidad	0 - 40µ	Buena calidad	0 - 120µ	Buena calidad
> 50µ	Mala calidad	> 100µ	Mala calidad	> 40µ	Mala calidad	> 120µ	Mala calidad

Fuente: Informe de la calidad del aire en Cuenca durante el año 2016 (EMOV 2016) y Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente (NCAA)

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

De los diecisiete puntos de monitoreo, solo dos puntos presentan niveles superiores de contaminantes atmosféricos a los deseados según la NCAA, siendo los puntos de mala calidad de aire: Escuela Héctor Sempértegui con nivel de dióxido nítrico (NO^2) superior a $40\mu\text{g}/\text{m}^3$, y Planta del Cebollar con nivel de dióxido nítrico (NO^2) superior a $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ y nivel de dióxido azufre (SO^2) superior a $20\mu\text{g}/\text{m}^3$. En resumen, se determina que las zonas de mala calidad de aire según la NCAA son: Uncovía y El Cebollar.

Tabla 2. Calidad del aire Cuenca en el año 2016 de acuerdo con las zonas de monitoreo de contaminantes atmosféricos y según la Guía de la OMS (GCA)

Sectores	MP	O ₃	NO ₂	SO ₂	Centro de salud correspondiente
Escuela Velasco Ibarra					Centro de Salud Parque Iberia
Escuela Ignacio Escandón					Centro de Salud Parque Iberia
Mercado El Arenal					Centro de Salud El Arenal
F. de Odontología U. Cuenca					Centro de Salud El Paraíso
Colegio Herlinda Toral					Centro de Salud UNE-Totoracocha
Terminal Terrestre					Centro de Salud Terminal Terrestre
Municipio (Pasiva)					Centro de Salud N2
Municipio (Pasiva)					Centro de Salud N2
Colegio Rafael Borja					Centro de Salud Carlos Elizalde (N4)
Balzay - Universidad Cuenca					Centro de salud Virgen del Milagro
Escuela Ignacio Andrade					Centro de salud Machángara
Machángara					Centro de salud Machángara
Colegio Carlos Arízaga Vega					Centro de salud Uncovía
Escuela Héctor Sempértegui					Centro de salud Uncovía
Escuela Carlos Crespi II					Centro de salud El Cebollar
Planta del Cebollar					Centro de salud El Cebollar
Estación de Bomberos					Nicanor Merchán N3
Calle Larga					Nicanor Merchán N3
Misicata					Centro de salud Baños

MP		Ozono		NO ₂		SO ₂	
0 - 20 μ	Buena calidad	0 - 100 μ	Buena calidad	0 - 40 μ	Buena calidad	0 - 120 μ	Buena calidad
> 20 μ	Mala calidad	> 100 μ	Mala calidad	> 40 μ	Mala calidad	> 120 μ	Mala calidad

Fuente: Informe de la calidad del aire en Cuenca durante el año 2016 (EMOV 2016) y Guía de Calidad del Aire (GCA) de la OMS.

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

De acuerdo a la Guía de Calidad del aire de la OMS cinco puntos presentan niveles superiores de contaminantes atmosféricos a los deseados según la GCA, siendo los puntos de mala calidad del aire: Escuela Ignacio Escandón con nivel de material particulado (MP₁₀) superior a 40.3 μ g/m³, Municipio con nivel de material particulado (MP₁₀) superior a 44.8 μ g/m³, Colegio Carlos Arízaga Vega con nivel de material particulado (MP₁₀) superior a 49.7 μ g/m³, Escuela Héctor Sempértegui con nivel de dióxido nítrico (NO₂) superior a 40 μ g/m³, y Planta del Cebollar con nivel de dióxido nítrico (NO₂) superior a 40 μ g/m³ y nivel de dióxido azufre (SO₂) superior a 20 μ g/m³. En resumen, se determina que las zonas de mala calidad de aire según la guía de la OMS son: Parque Iberia, Municipio, Uncovía, y El Cebollar.

Tabla 3. Prevalencia de enfermedades respiratorias agudas en trece unidades de salud del primer nivel en el año 2016. Cuenca 2018.

Unidad De Salud	Población 2016	Número de Casos	Prevalencia %
Centro de Salud Carlos Elizalde (N°4)	168588	6922	4,106
Centro de Salud N°2	112487	14452	12,848
Centro de Salud Nicanor Merchán	81121	25073	30,908
Centro de salud Uncovía	20411	2400	11,758
Centro de Salud El Arenal	5163	978	18,942
Centro de salud El Cebollar	9769	1940	19,859
Centro de Salud Parque Iberia	4199	2447	58,272
Centro de Salud El Paraíso	17298	2883	16,666
Centro de Salud UNE-Totoracocha	22874	1718	7,511
Terminal Terrestre	5163	685	13,267
Centro de Salud Virgen del Milagro	13987	1565	11,189
Centro de salud Machángara	19705	1591	8,074
Centro de Salud Baños	1781	599	33,628
Prevalencia Total	482547	63253	13,108

Fuente: perfil de morbilidad ambulatoria MSP, producción 2016

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

La prevalencia de enfermedades respiratorias agudas fue más alta en el centro de salud Parque Iberia con un 58,2% durante el año 2016 presentaron enfermedad respiratoria aguda; por otra parte, la prevalencia más baja se registró en el centro de salud Carlos Elizalde con un 41% durante el 2016 presentaron patología. La prevalencia enfermedades respiratorias agudas de las unidades de salud estudiadas fue del 13,1%.

Tabla 4. Prevalencia de enfermedades respiratorias agudas en las unidades del primer nivel de salud según las zonas de buena y mala calidad de aire en el año 2016. Cuenca 2018.

Unidad De Salud	Población	Número de Casos	Prevalencia %
Sectores con buena calidad del aire			
Centro de Salud Carlos Elizalde	168588	6922	4,106
Centro de Salud N°2	112487	14452	12,848
Centro de Salud Machángara	19705	1591	8,074
Sectores con mala calidad del aire			
Centro de salud Uncovía	20411	2400	11,758
Centro de Salud El Arenal	5163	978	18,942
Centro de salud El Cebollar	9769	1940	19,859

Fuente: perfil de morbilidad ambulatoria MSP, producción 2016

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

La prevalencia de enfermedades respiratorias agudas fue más alta en el centro de salud El Cebollar, con 19,8%, seguido del centro de salud el Arenal con 18,9%. Se puede apreciar una relación entre estas dos últimas unidades de salud y las zonas de mayor calidad de aire calificadas de acuerdo con el NCAA y el GCA, así como las prevalencias más bajas pertenecen a los sectores con menor contaminación pertenecientes a los centros de salud Carlos Elizalde y Machángara con 4,1% y 8% respectivamente.

Gráfico 3. Dispersión de prevalencia de enfermedades respiratorias agudas y concentración contaminantes atmosféricos en el grupo de edad 0-9 años en Cuenca, 2018.

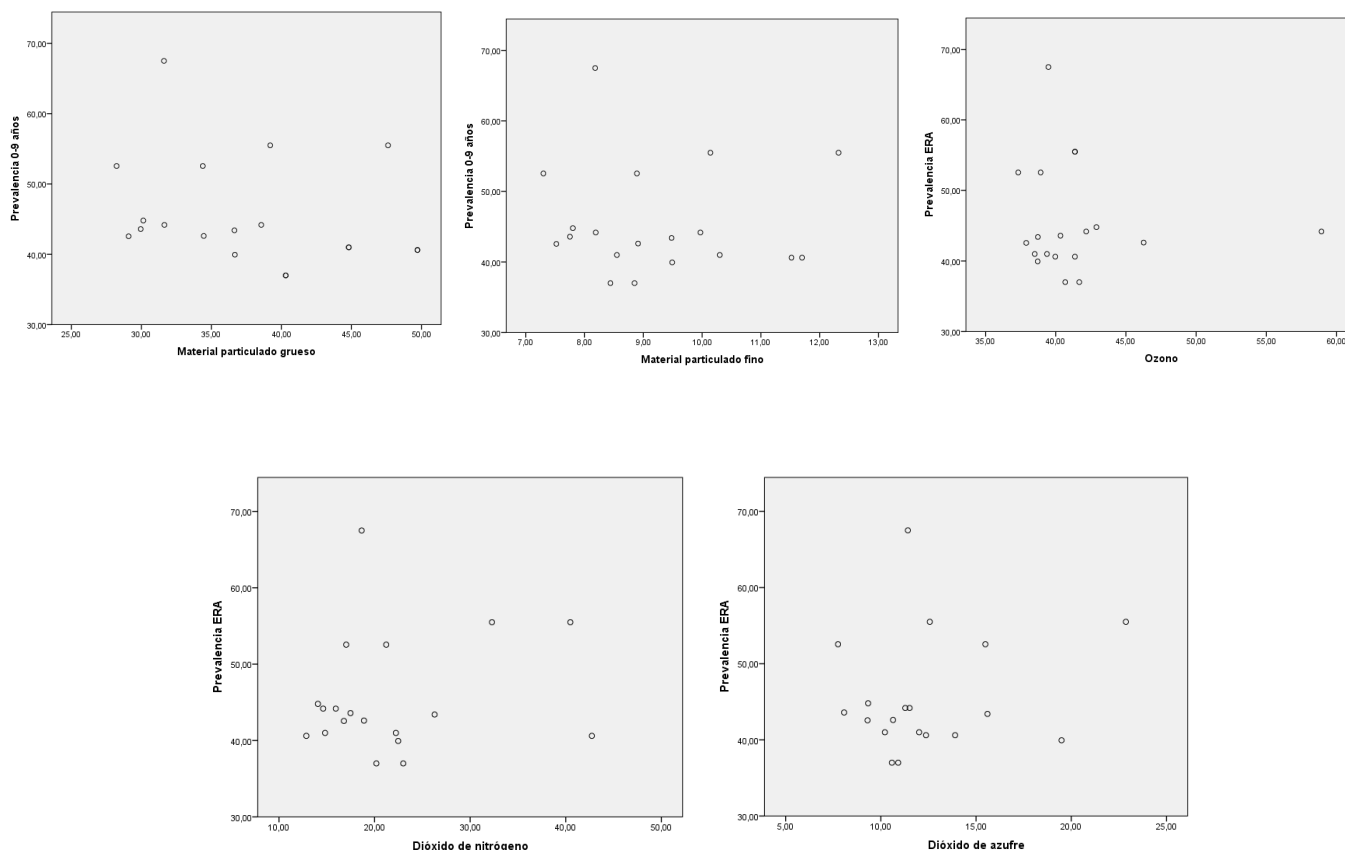


Tabla 5. Correlación bivariada de Spearman entre prevalencia de enfermedades respiratorias en el grupo de edad 0 a 9 años y los contaminantes atmosféricos.

	MP10	MP 2,5	Ozono	Dióxido de nitrógeno	Dióxido de azufre
Coefficiente de correlación	0,386	0,371	0,078	-0,047	0,048
Significancia	0,102	0,118	0,752	0,85	0,844
N	19	19	19	19	19

Fuente: Informe de la calidad del aire en Cuenca durante el año 2016 (EMOV 2016) y Base de Datos perfil de morbilidad ambulatoria MSP, producción 2016

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

La relación entre la prevalencia de enfermedades respiratorias en el grupo de edad de 0 a 9 años y los contaminantes atmosféricos es del 38% con el material particulado grueso, 37% con el material particulado fino, 7% con el ozono, 4% con el dióxido de nitrógeno y 4% con el dióxido de azufre. Sin embargo, no existe significancia estadística de dichas correlaciones.

Tabla 6. Análisis multivariado (regresión lineal múltiple) entre contaminantes atmosféricos (constante) y la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas (variable dependiente) en el grupo poblacional de 0 a 9 años, registradas en trece unidades del primer nivel de salud de la zona urbana del cantón Cuenca en 2016.

Resumen del Modelo					
Coeficiente de correlación múltiple				0,370144498	
Coeficiente de determinación R ²				0,137006949	
R ² ajustado				-0,194913455	
Error típico				8,450904397	
Observaciones				19	

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Significancia
	B	Error S.	Beta		
(Constante)	56,977	18,195		3,131	0,008
MP10	-1,193	0,557	-1,080	-2,143	0,052
MP2.5	4,359	3,281	0,820	1,329	0,207
Ozono	-0,251	0,420	-0,154	-0,599	0,560
NO2	0,217	0,290	0,237	0,749	0,467
S02	-0,069	0,727	-0,034	-0,094	0,926

Fuente: Informe de la calidad del aire en Cuenca durante el año 2016 (EMOV 2016) y Base de Datos perfil de morbilidad ambulatoria MSP, producción 2016

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

La contaminación atmosférica está relacionada en un 13.7% (R cuadrado=0,137) con el desarrollo de enfermedad respiratoria aguda en la población de 0 a 9 años, a través de mecanismos indirectos que propician la aparición de infecciones por microorganismos. Sin embargo, no se halló significancia estadística, por lo que se debe tener en cuenta otros factores que influyen en la patogenia de las enfermedades respiratorias agudas a más de la contaminación ambiental.

Gráfico 4. Dispersión de prevalencia de enfermedades respiratorias agudas y concentración contaminantes atmosféricos en el grupo de edad 10-19 años en Cuenca, 2018.

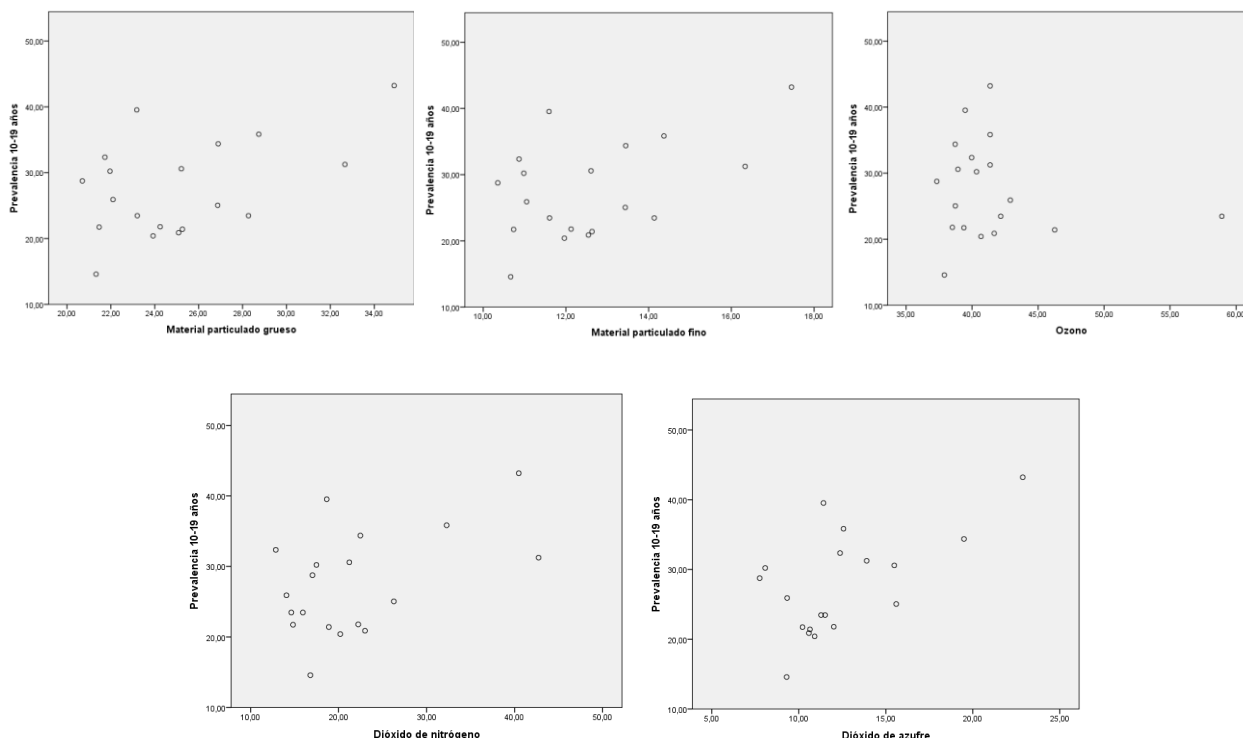


Tabla7. Correlación bivariada de Spearman entre prevalencia de enfermedades respiratorias en el grupo de edad 10 a 19 años y los contaminantes atmosféricos.

	MP10	MP 2,5	Ozono	Dióxido de nitrógeno	Dióxido de azufre
Coefficiente de correlación	0,021	0,353	-0,047	0,284	,562*
Significancia	0,932	0,138	0,850	0,238	0,012
N	19	19	19	19	19

Fuente: Informe de la calidad del aire en Cuenca durante el año 2016 (EMOV 2016) y Base de Datos perfil de morbilidad ambulatoria MSP, producción 2016

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

La relación entre la prevalencia de enfermedades respiratorias en el grupo de edad de 10 a 19 años y los contaminantes atmosféricos es del 2% con el material particulado grueso, 35% con el material particulado fino, 4% con el ozono, 2% con el dióxido de nitrógeno y 56% con el dióxido de azufre. Sin embargo, solo en la correlación del dióxido de azufre

se halló significancia estadística ($p < 0.012$), teniendo esta una relación con gran efecto ($r \geq 0,50$).

Tabla 8. Análisis de regresión lineal múltiple entre contaminantes atmosféricos (constante) y la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas (variable dependiente) en el grupo poblacional de 10 a 19 años, registradas en trece unidades del primer nivel de salud de la zona urbana del cantón Cuenca en 2016.

Resumen del Modelo					
Coeficiente de correlación múltiple		0,632437573			
Coeficiente de determinación R^2		0,399977284			
R^2 ajustado		0,169199317			
Error típico		6,688266323			
Observaciones		19			

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Significancia
	B	Error S.	Beta		
(Constante)	21,456	15,443		1,389	0,186
MP10	-0,130	0,157	-0,181	-0,830	0,420
MP2.5	-0,127	0,324	-0,082	-0,394	0,700
Ozono	0,209	0,242	0,241	0,866	0,401
NO2	0,888	0,517	0,458	1,718	0,108
S02	21,456	15,443	-0,181	1,389	0,186

Fuente: Informe de la calidad del aire en Cuenca durante el año 2016 (EMOV 2016) y Base de Datos perfil de morbilidad ambulatoria MSP, producción 2016

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

La contaminación atmosférica está relacionada en un 39.9% ($R^2 = 0,399$) con el desarrollo de enfermedad respiratoria aguda en la población de 10 a 19 años, a través de mecanismos indirectos que propician la aparición de infecciones por microorganismos. Sin embargo, no se halló significancia estadística, por lo que se debe tener en cuenta otros factores que influyen en la patogenia de las enfermedades respiratorias agudas a más de la contaminación ambiental.

Gráfico 5. Dispersión de prevalencia de enfermedades respiratorias agudas y concentración contaminantes atmosféricos en el grupo de edad 20-64 años en Cuenca, 2018.

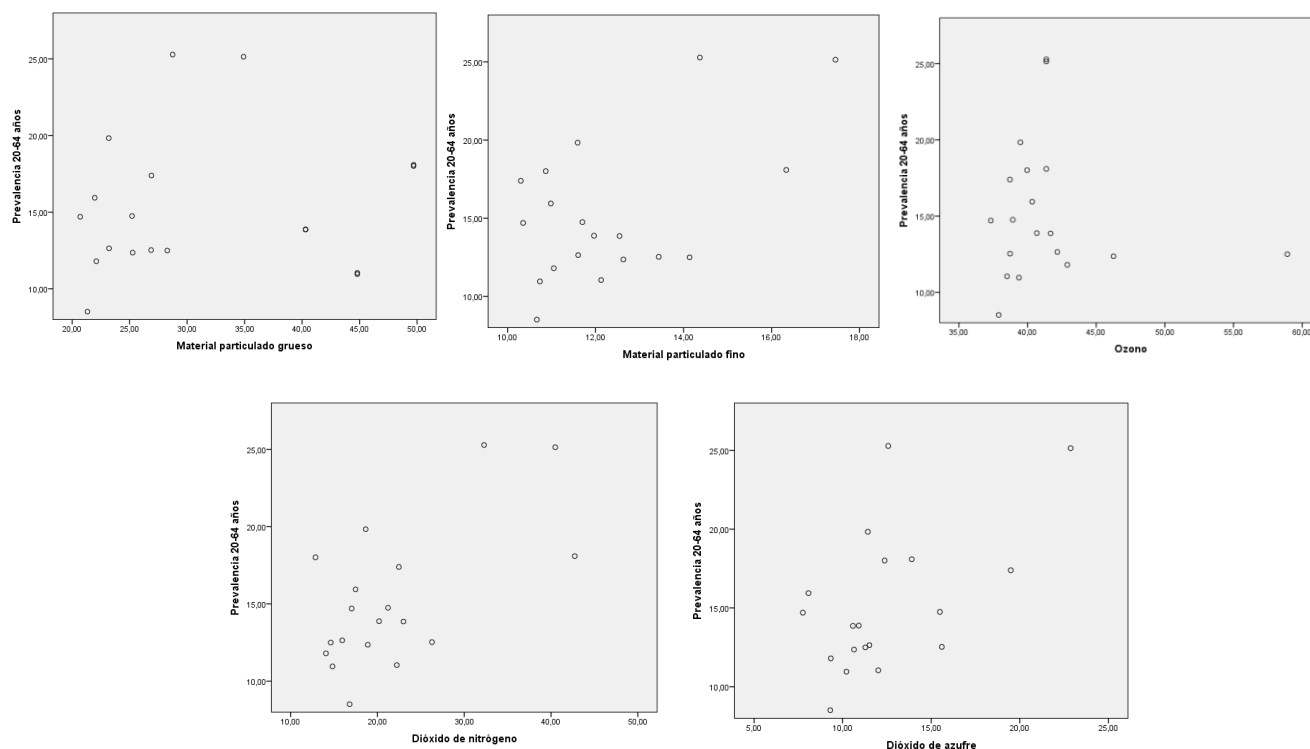


Tabla 9. Correlación bivariada de Spearman entre prevalencia de enfermedades respiratorias en el grupo de edad 20 a 64 años y los contaminantes atmosféricos.

	MP10	MP 2,5	Ozono	Dióxido de nitrógeno	Dióxido de azufre
Coefficiente de correlación	0,154	0,251	0,060	,467*	,507*
Significancia	0,530	0,300	0,808	0,044	0,027
N	19	19	19	19	19

Fuente: Informe de la calidad del aire en Cuenca durante el año 2016 (EMOV 2016) y Base de Datos perfil de morbilidad ambulatoria MSP, producción 2016

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

La relación entre la prevalencia de enfermedades respiratorias en el grupo de edad de 20 a 64 años y los contaminantes atmosféricos es del 15% con el material particulado grueso, 25% con el material particulado fino, 6% con el ozono, 46% con el dióxido de nitrógeno y 50% con el dióxido de azufre. Sin embargo, solo en la correlación del dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se halló significancia estadística ($p=0.044$ y $p=0.027$ respectivamente), teniendo el dióxido de nitrógeno una relación de efecto moderado (r

$0,30 \leq r < 0,50$), mientras que el dióxido de azufre tiene una relación de efecto grande ($r \geq 0,50$).

Tabla 10. Análisis de regresión lineal múltiple entre contaminantes atmosféricos (constante) y la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas (variable dependiente) en el grupo poblacional de 20 a 64 años, registradas en trece unidades del primer nivel de salud de la zona urbana del cantón Cuenca en 2016.

Resumen del Modelo					
Coeficiente de correlación múltiple				0,678333577	
Coeficiente de determinación R^2				0,460136442	
R^2 ajustado				0,252496612	
Error típico				3,90982282	
Observaciones				19	

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Significancia
	B	Error S.	Beta		
(Constante)	7,592	9,618		0,789	0,444
MP10	-0,044	0,099	-0,099	-0,445	0,664
MP2.5	0,387	1,702	0,171	0,228	0,823
Ozono	-0,081	0,386	-0,085	-0,211	0,836
NO2	0,191	0,384	0,356	0,498	0,627
S02	0,278	0,321	0,233	0,869	0,401

Fuente: Informe de la calidad del aire en Cuenca durante el año 2016 (EMOV 2016) y Base de Datos perfil de morbilidad ambulatoria MSP, producción 2016

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

La contaminación atmosférica está relacionada en un 46% (R cuadrado=0,460) con el desarrollo de enfermedad respiratoria aguda en la población de 20 a 64 años, a través de mecanismos indirectos que propician la aparición de infecciones por microorganismos. Sin embargo, no se halló significancia estadística, por lo que se debe tener en cuenta otros factores que influyen en la patogenia de las enfermedades respiratorias agudas a más de la contaminación ambiental.

Gráfico 6. Dispersión de prevalencia de enfermedades respiratorias agudas y concentración contaminantes atmosféricos en el grupo de edad de 65 años y más en Cuenca, 2018.

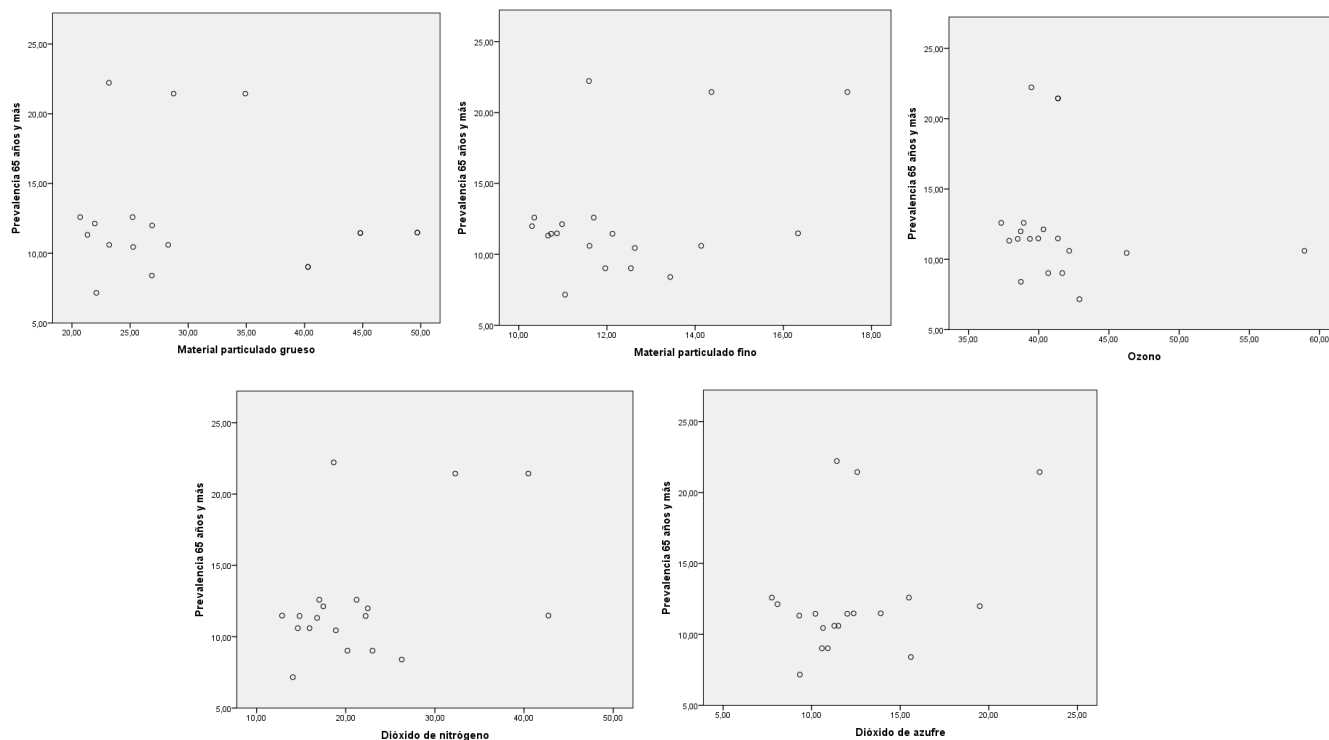


Tabla 11. Correlación bivariada de Spearman entre prevalencia de enfermedades respiratorias en el grupo de edad 65 años y más y los contaminantes atmosféricos.

	MP10	MP 2,5	Ozono	Dióxido de nitrógeno	Dióxido de azufre
Coefficiente de correlación	-0,075	-0,072	-0,340	0,244	0,268
Significancia	0,761	0,769	0,154	0,315	0,267
N	19	19	19	19	19

Fuente: Informe de la calidad del aire en Cuenca durante el año 2016 (EMOV 2016) y Base de Datos perfil de morbilidad ambulatoria MSP, producción 2016

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

La relación entre la prevalencia de enfermedades respiratorias en el grupo de edad de 65 años y más y los contaminantes atmosféricos es del 7% con el material particulado grueso, 7% con el material particulado fino, 34% con el ozono, 24% con el dióxido de nitrógeno y 26% con el dióxido de azufre. Sin embargo, no existe significancia estadística de dichas correlaciones.

Tabla 12. Análisis de regresión lineal múltiple entre contaminantes atmosféricos (constante) y la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas (variable dependiente) en el grupo poblacional de 65 años y más, registradas en trece unidades del primer nivel de salud de la zona urbana del cantón Cuenca en 2016.

Resumen del Modelo					
Coeficiente de correlación múltiple		0,461393682			
Coeficiente de determinación R ²		0,21288413			
R ² ajustado		-0,089852743			
Error típico		4,54627204			
Observaciones		19			

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Significancia
	B	Error S.	Beta		
(Constante)	13,258	10,252		1,293	0,218
MP10	-0,128	0,105	-0,299	-1,215	0,246
MP2.5	1,676	1,814	0,768	0,924	0,372
Ozono	-0,397	0,411	-0,431	-0,966	0,352
NO2	-0,139	0,409	-0,268	-0,339	0,740
S02	0,159	0,342	0,138	0,465	0,650

Fuente: Informe de la calidad del aire en Cuenca durante el año 2016 (EMOV 2016) y Base de Datos perfil de morbilidad ambulatoria MSP, producción 2016

Elaborado por: Fernández, J; Ortiz, E.

La contaminación atmosférica está relacionada en un 21% ($R^2=0,212$) con el desarrollo de enfermedad respiratoria aguda en la población de 65 años y más, a través de mecanismos indirectos que propician la aparición de infecciones por microorganismos. Sin embargo, no se halló significancia estadística, por lo que se debe tener en cuenta otros factores que influyen en la patogenia de las enfermedades respiratorias agudas a más de la contaminación ambiental.



CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

La OMS y múltiples estudios realizados alrededor del mundo indican que la polución ambiental es la responsable de aumentar el riesgo de enfermedades respiratorias, estableciendo valores límites para cada uno de los contaminantes donde superarlos supone un riesgo para la salud de las personas (33).

En Cuenca son pocos los sectores que sobrepasan los límites de contaminación atmosférica establecidos por la OMS y la Norma Ecuatoriana como es el caso del sector de la Escuela Ignacio Escandón, el sector del municipio, del colegio Carlos Arizaga Vega, Escuela Héctor Sempértegui y planta del Cebollar. Para el conjunto de la población de este estudio que presentó una prevalencia del 13% de enfermedades respiratorias agudas no se ha podido establecer una asociación en el incremento de enfermedades respiratorias agudas y la exposición a contaminantes ambientales en los diversos grupos etarios, sin embargo, en la población de 20 a 64 años se encontró significancia estadística del dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre.

En la ciudad de Cuenca de acuerdo con la Guía de calidad de aire de la OMS los puntos de mala calidad del aire se encuentran en los sectores de la Escuela Ignacio Escandón, Municipio, Colegio Carlos Arízaga Vega con nivel de material particulado (MP_{10}) superior a $40.3\mu g/m^3$, $44.8\mu g/m^3$ y $49.7\mu g/m^3$ respectivamente. En la zona de la Escuela Héctor Sempértegui y planta del Cebollar el nivel de dióxido nítrico (NO^2) fueron superior a $40\mu g/m^3$ en ambos sectores y un nivel superior a $20\mu g/m^3$ de dióxido de azufre en la Planta del Cebollar. La NCAA establece parámetros más altos en comparación a la OMS dentro de lo cual identifica que los puntos de mala calidad de aire en Cuenca fueron correspondientes al sector de la Escuela Héctor Sempértegui con nivel de dióxido nítrico (NO^2) superior a $40\mu g/m^3$, y Planta del Cebollar con nivel de dióxido nítrico (NO^2) superior a $40\mu g/m^3$ y nivel de dióxido azufre (SO^2) superior a $20\mu g/m^3$.



La prevalencia de enfermedades respiratorias agudas en las trece unidades del primer nivel de salud de la zona urbana del cantón Cuenca durante el 2016 fue de 13.1%. De esta, la más alta se encuentra en el centro de salud Parque Iberia con 58.2%, seguida por el centro de salud Baños con 33.6% y centro de salud Nicanor Merchán con 30.9 %. El grupo de edad con mayor número de casos fue el de 0 a 9 años (niñez) con el 46.86%; mientras que el grupo poblacional con menor frecuencia fue el de pacientes entre 20 y 64 años con un 15.21% pero que dicha prevalencia no se ha asociado directamente con la contaminación atmosférica y puede deberse a otros factores que no han sido identificados. Entre las enfermedades respiratorias agudas de mayor frecuencia corresponden a enfermedades del tracto respiratorio superior con un 89,62%, mientras que el grupo con menor frecuencia es Gripe y neumonía con un 1.82% en todas las edades.

Dentro de la bibliografía consultada estudios de grandes países como en China, Brasil, España donde se ha evidenciado mayores niveles de contaminación, muestra en general una asociación de mortalidad entre los pacientes hospitalizados y los habitantes de la comunidad expuestos a altos niveles de contaminantes, En China los altos niveles de PM 10 y PM 2.5 se asociaron con exacerbación aguda de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, mientras que SO₂, CO y O₃ se asociaron con neumonía adquirida en la comunidad (35,36).

Los resultados de este estudio no fueron estadísticamente significativos en lo que refiere al PM 10 y PM 2.5 sin embargo para la población de 20 a 64 años se encontró significancia estadística del dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre ($p=0.044$ y $p=0.027$ respectivamente) para enfermedades respiratorias agudas. En un estudio realizado en varias ciudades de Brasil se ha evidenciado incremento de infecciones respiratorias en la población pediátrica. En este estudio no se ha podido establecer esa asociación (36).

En la literatura existen otros estudios que han evaluado la exposición a contaminación ambiental y síntomas respiratorios en la población pediátrica. En España-Valencia en 2018 se evaluó la asociación de la contaminación atmosférica y salud respiratoria hasta el primer año de edad con mediciones realizadas en el interior y exterior de domicilios de los niños participantes, no se encontró asociación entre los síntomas respiratorios y la exposición al NO₂ en dicha población. Sin embargo, sí encontraron asociación entre la



exposición al NO₂ y la tos persistente en el segundo año de vida en los/las niños/as con antecedentes familiares de alergias (24). Contrastando con los resultados de este estudio donde se evidenció la relación entre la prevalencia de enfermedades respiratorias en el grupo de edad de 0 a 9 años y los contaminantes atmosféricos en un 4% con el dióxido de nitrógeno. Sin embargo, no existe significancia estadística de dicha correlación. En el mismo contexto, en Madrid-España en un trabajo de investigación obtuvieron un total de 52.322 consultas pediátricas en el centro de salud, de las cuales 6.473 (12,37%) lo fueron por procesos respiratorios. Se encontró correlación positiva entre los niveles de SO₂, CO, NO₂, NO₂, benceno y el número de consultas por procesos respiratorios. El número de consultas por enfermedad respiratoria fue significativamente mayor cuando los niveles de NO₂ superaban los 40g/m³. Solo se mantuvo la relación positiva de las consultas con los niveles de NO₂ (3,630; IC 95%: 0,691-6,570) (25). En Cuenca en esta investigación la contaminación atmosférica está relacionada en un 13.7% con el desarrollo de enfermedad respiratoria aguda en la población de 0 a 9 años en el primer nivel de atención. Sin embargo, no se halló significancia estadística, por lo que se debe tener en cuenta otros factores que influyen en la patogenia a más de la contaminación ambiental.

En Latinoamérica una revisión sistemática y metaanálisis sobre los efectos a corto plazo del MP2,5 logró establecer que por cada incremento de 10 µg / m³ en las concentraciones diarias se asoció significativamente con un mayor riesgo de mortalidad respiratoria en todas las edades. Sin embargo, la evidencia se concentra en pocas ciudades y algunas presentan un alto riesgo de sesgo (2).

En el Ecuador, Quito es una de las ciudades que presentan mayores niveles de contaminación, en 2018 un estudio comparó los niveles de contaminación del año 2000 con el año 2007 en una población pediátrica de 6 a 12 años de una misma localidad, la implementación de políticas de calidad del aire, la disminución de los contaminantes en ese sector, control de emisiones de vehículos, contribuye a una disminución de carboxihemoglobina y de enfermedades respiratorias agudas en esa localidad con una reducción del 48% en la incidencia de enfermedades respiratorias, una disminución del 92% de los niños con niveles mayores de 2,5% de carboxihemoglobina en relación a lo encontrado en el año 2000 (32).



Existen estudios donde no se ha encontrado asociación de la exposición a los contaminantes atmosféricos emitidos en zonas urbanas y la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas o síntomas respiratorios, con lo cual puede atribuirse a diversos otros factores como el nivel socioeconómico, tabaquismo, incidencia de enfermedades respiratorias en ciertas épocas del año, ajenos a la contaminación (33).

Este estudio presenta ciertas limitaciones por lo cual es necesario aclarar que los datos obtenidos de las bases de datos del MSP únicamente reflejan la distribución de morbilidad y las atenciones en el sector público, más no en el privado, considerándose esto como un sesgo y por lo tanto una debilidad. No obstante, posee ciertas fortalezas al evaluar el nivel contaminación del sector urbano y nivel de exposición de la población, así como el grupo de edad que más riesgo presenta. Por otro lado, con el fin de complementar información de este estudio y otros similares, sería necesario realizar más investigaciones en las que se considere exposición al ambiente de interiores además de pruebas complementarias de laboratorio y de función pulmonar.

Por último se considera que pese a que en Cuenca las enfermedades respiratorias agudas son una causa frecuente de consultas en la mayoría de centros de salud, solamente en 3 sectores de la ciudad se ha demostrado que rebasa levemente los estándares de calidad de aire emitidos por la OMS y la NCAA, sin llegar a establecer una fuerte relación estadística con los niveles de contaminación atmosférico, pudiendo deberse al poco nivel de exposición existente en la zona urbana de la partícula contaminante o a diversos otros factores que no son objeto de estudio de la actual investigación.



CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- De acuerdo con el GCA y NCAA los puntos de mala calidad del aire en Cuenca se encuentran ubicados en los sectores: Planta de El Cebollar, Estación de Bomberos (Centro de Cuenca) y Terminal Terrestre. Mientras que, los puntos de buena calidad del aire en Cuenca se encuentran ubicados en los sectores: Machángara, Colegio Rafael Borja y Colegio Carlos Arizaga Vera.
- La prevalencia encontrada de enfermedades respiratorias agudas en el cantón Cuenca, en la zona urbana fue 13,1% en el año 2016. La prevalencia más alta se halló en el centro de salud El Cebollar con 19,8%. Mientras que la más bajo correspondió al centro de salud Carlos Elizalde con 4,1%.
- Tras realizar el análisis multivariado se demostró que en ningún grupo etario existe una relación positiva entre la prevalencia de enfermedades respiratorias agudas y la contaminación del aire atmosférico en Cuenca en el año 2016. Sin embargo, es importante recalcar que en los análisis bivariados entre ciertos grupos etarios y contaminantes sí se halló relación positiva moderada a fuerte y significancia estadística entre las variables estudiadas.

7.2 Recomendaciones

- Incentivar la investigación más a fondo y detallada sobre los factores en la patogenia de las enfermedades respiratorias agudas, considerando nuevas variables y con datos más complejos y actualizados.
- Socializar el presente estudio en las instituciones de salud y sus áreas de influencia, para que se conozca la realidad y se actué sobre los contaminantes ambientales que ponen en riesgo la vida de la población en general.



- Desarrollar campañas de monitoreo permanente y socializar los resultados para conocer la influencia entre de los diferentes contaminantes ambientales y el deterioro de la calidad del aire en la ciudad de Cuenca.



CAPÍTULO VIII

Referencias bibliográficas

1. WHO. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre - Actualización mundial 2005 [Internet]. OMS; 2005 [citado 7 de agosto de 2018] p. 25. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=F746CB3FFBCB867B80A143C748785B3E?sequence=1
2. Fajersztajn L, Saldiva P, Pereira L, Leite V, Buehler A. Short-term effects of fine particulate matter pollution on daily health events in Latin America: a systematic review and meta-analysis. *Int J Public Health*. 1 de septiembre de 2017;62(7):729-38. [citado 11 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00038-017-0960-y>
3. Guillaume F, Quiñónez I, Cisneros P. Informe sobre el estado del medio ambiente, 2014. 27 de octubre de 2014; [citado 16 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/41444.pdf>
4. Palacios E, Espinoza C. Contaminación del aire exterior Cuenca - Ecuador, 2009 - 2013. Octubre 2014. Posibles efectos en la salud | Revista de la Facultad de Ciencias Médicas. septiembre de 2014;32:12. [citado 22 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/medicina/article/view/883/781>
5. Ministerio de Salud Pública. Perfil de morbilidad ambulatoria-producción 2016. [citado 4 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://public.tableau.com/profile/darwin5248#!/vizhome/Perfildemorbilidadambulatoria2016/Men?publish=yes>
6. Cromar K, Gladson L, Ghazipura M, Ewart G. Estimated Excess Morbidity and Mortality Associated with Air Pollution above American Thoracic Society–recommended Standards, 2013–2015. American Thoracic Society and Marron Institute Report. *Ann Am Thorac Soc*. 9 de febrero de 2018;15(5):542-51. [citado 7 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://www.atsjournals.org/doi/full/10.1513/AnnalsATS.201710->



- [785EH?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rft_dat=cr_pub%3Dpubmed](#)
7. Ubilla C, Yohannessen K. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EFECTOS EN LA SALUD RESPIRATORIA EN EL NIÑO. Rev Médica Clínica Las Condes. 1 de enero de 2017;28(1):111-8. [citado 6 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864017300214>
 8. Rodríguez-Villamizar L, Rojas-Roa N, Blanco-Becerra L, Herrera-Galindo V, Fernández-Niño J. Short-Term Effects of Air Pollution on Respiratory and Circulatory Morbidity in Colombia 2011-2014: A Multi-City, Time-Series Analysis. Int J Environ Res Public Health. 30 de julio de 2018;15(8). [citado 8 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6121387/>
 9. Asamblea Constituyente. CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008 [Internet]. Quito-Ecuador: Editora Nacional; 2008 [citado 8 de agosto de 2018]. 80 páginas. Disponible en: <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec030es.pdf>
 10. Ministerio del Ambiente. Plan Nacional de la Calidad del Aire [Internet]. 2010 [citado 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>
 11. Ministerio de Salud Pública. Prioridades de investigación en salud, 2013-2017 [Internet]. 2013. Disponible en: [https://www.ucuenca.edu.ec/images/facu_medicina/Investigacion/PRIORIDADES_INVESTIGACION_SALUD2013-2017%20\(1\).pdf](https://www.ucuenca.edu.ec/images/facu_medicina/Investigacion/PRIORIDADES_INVESTIGACION_SALUD2013-2017%20(1).pdf)
 12. American Thoracic Society. Clean Air [Internet]. 25 Broadway New York, NY 10004 United States of America; 2018 feb [citado 7 de diciembre de 2018]. Disponible en: <https://www.thoracic.org/advocacy/clean-air/>
 13. US EPA O. La contaminación del aire y las enfermedades del corazón [Internet]. US EPA United States Environmental Protection Agency. 2015 [citado 18 de diciembre de 2018]. Disponible en: <https://espanol.epa.gov/espanol/la-contaminacion-del-aire-y-las-enfermedades-del-corazon>
 14. Mo Z, Fu Q, Zhang L, Lyu D, Mao G, Wu L, et al. Acute effects of air pollution on respiratory disease mortalities and outpatients in Southeastern China. Sci Rep. 22 de



- febrero de 2018;8(1):3461. [citado 20 de diciembre de 2018]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-19939-1>
15. Oyarzú N. Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Rev Chil Enfermedades Respir* [Internet]. marzo de 2010 [citado 24 de julio de 2018];26(1). Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482010000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=en
16. Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, García T, González B, Hernández O, Palomera M, de Análisis S, et al. Calidad del Aire en la Ciudad de México, informe de 2017. Ciudad de México: Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire, Dirección del Monitoreo Atmosférico; 2018 oct p. 160. [citado 24 de diciembre de 2018]. Disponible en: http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/informe_anual_calidad_aire_2017/mobile/#p=10
17. Arango M, Peláez M, Agudelo E, Sánchez L. Impacto clínico de la contaminación aérea. *Arch Med*. 2016;13. [citado 27 de diciembre de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/2738/273849945015.pdf>
18. Mehta S, Shin H, Burnett R, North T, Cohen A. Ambient particulate air pollution and acute lower respiratory infections: a systematic review and implications for estimating the global burden of disease. *Air Qual Atmosphere Health*. marzo de 2013;6(1):69-83. [citado 6 de diciembre de 2018]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3578732/>
19. Vattanasit U, Navasumrit P, Khadka M, Kanitwithayanun J, Promvijit J, Autrup H, et al. Oxidative DNA damage and inflammatory responses in cultured human cells and in humans exposed to traffic-related particles. *Int J Hyg Environ Health*. enero de 2014;217(1):23-33. [citado 10 de diciembre de 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463913000400?via%3Dihub>
20. Gutiérrez A, Ferrero A, Estarlich M, Esplugues A, Iñiguez C, Ballester F. Exposición ambiental a dióxido de nitrógeno y salud respiratoria a los 2 años en la Cohorte INMA-Valencia. *Gac Sanit* [Internet]. 26 de julio de 2017 [citado 1 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.07.001>



- 2018]; Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911117301498>
21. Wang L, Liu C, Meng X, Niu Y, Lin Z, Liu Y, et al. Associations between short-term exposure to ambient sulfur dioxide and increased cause-specific mortality in 272 Chinese cities. *Environ Int.* 1 de agosto de 2018;117:33-9. [citado 10 de noviembre de 2018]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412018300898?via%3Dihub>
22. Secretaría del Ambiente. Norma Ecuatoriana de la Calidad del Aire [Internet]. 2012 [citado 7 de agosto de 2018]. Disponible en:
http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/images/Secretaria_Ambiente/red_monitoreo/informacion/norma_ecuato_calidad.pdf
23. EMOV-EP. Informe de Calidad Aire Cuenca 2016. [Internet]. 2017. [citado 20 de agosto de 2018]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/319331740_Informe_de_Calidad_Aire_Cuenca_2016
24. Gutierrez A, Ferrero A, Estarlich M, Esplugues A, Iñiguez C, Ballester F. Exposición ambiental a dióxido de nitrógeno y salud respiratoria a los 2 años en la cohort INMA-Valencia. *Gac Sanit.* 2018;32(6):507–512. [citado 13 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911117301498>
25. Martín R, Sánchez M. Impacto de la contaminación ambiental en las consultas pediátricas de Atención Primaria: estudio ecológico. *An Pediatr (Barc)*. 2018;89(2):80-85. [citado el 20 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403317302886>
26. European Lung Foundation (ELF). Infecciones Respiratorias De Vías Bajas. United Kingdom. 2018. [citado 8 de abril de 2019]. Disponible en:
<https://www.europeanlung.org/es/enfermedades-pulmonares-e-informaci%C3%B3n/enfermedades-pulmonares/infecciones-respiratorias-de-v%C3%ADas-bajas>
27. Boletín de Información Clínica Terapéutica. La contaminación del aire y los problemas respiratorios. *Rev. Fac. Med. (Méx.)* [revista en la Internet]. 2015. Oct [citado 2019 Jun 14]; 58(5): 44-47. Disponible en:



- http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422015000500044&lng=es.
28. Gascon M, Sunyer J. Air pollution and respiratory health in childhood. Arch Bronconeumol. Agosto de 2015;51(8):371-2. [citado 2019 Jun 03]; 58(5): 44-47. Disponible en: <https://www.archbronconeumol.org/es-contaminacion-del-aire-salud-respiratoria-articulo-S0300289615000939>
29. Praena M. Factores ambientales y patología respiratoria del niño. Marzo 2016. Pediatría integral. Volumen XX. Número 2. [citado 2019 Jun 09]; 58(5): 44-47. Disponible en: https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2016/04/Pediatrica-Integral-XX-2_WEB.pdf
30. Goldizen, F; Sly, P; Knibbs, L. Respiratory effects of air pollution on children. Pediatr Pulmonol, 2016. 51: 94-108. doi:[10.1002/ppul.23262](https://doi.org/10.1002/ppul.23262). [citado 2019 May 17]; 58(5): 44-47. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ppul.23262#>
31. Lelieveld J, Klingmüller K, Pozzer A, Pöschl U, Fnais M, et. al. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions, European Heart Journal, Volume 40, Issue 20, 21 May 2019, Pages 1590–1596. [citado 2019 May 09]; 58(5): 44-47. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz135>
32. Estrella, B., Sempértegui, F., Franco, O.H. et al. Air pollution control and the occurrence of acute respiratory illness in school children of Quito, Ecuador. Public Health Pol (2019) 40: 17. [citado 2019 May 23]. Disponible en: <https://doi.org/10.1057/s41271-018-0148-6>.
33. Wood H; Marlin N; Mudway I; et al. Effects of Air Pollution and the Introduction of the London Low Emission Zone on the Prevalence of Respiratory and Allergic Symptoms in Schoolchildren in East London: A Sequential Cross-Sectional Study. August 21, 2015. [citado 2019 May 29]. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109121>
34. The effect of air pollution on hospitalization of individuals with respiratory and cardiovascular diseases in Jinan, China. - PubMed - NCBI [Internet]. [citado 17 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31145279>
35. Acute effects of air pollutants on daily mortality and hospitalizations due to cardiovascular and respiratory diseases. - PubMed - NCBI [Internet]. [citado 17 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31463136>



CAPÍTULO IX

ANEXOS

Anexo 1 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
Edad	Tiempo de vida transcurrido desde la fecha de nacimiento hasta la fecha de la investigación, según ciclos de vida establecidos por el MSP.	– Temporal	Años cumplidos	<ol style="list-style-type: none"> 0-9 años 10-19 años 20-64 años 65 años en adelante
Enfermedades respiratorias agudas	Enfermedades transmisibles del tracto respiratorio superior e inferior con evolución menor a 15 días.	– Clínica	Prevalencia	<ol style="list-style-type: none"> Infecciones agudas del tracto respiratorio superior J00-J06 Gripe y neumonía J09-J18 Otras infecciones agudas del tracto respiratorio inferior J20-J22. Otitis media H65-H66
Calidad de aire	Lugares de la ciudad monitorizados por EMOV-EP y clasificados según calidad de aire.	– Ambiente	Según mapeo de EMOV-EP	<ol style="list-style-type: none"> Buena calidad <ol style="list-style-type: none"> MAN Machángara CRB Colegio Rafael Borja CCA Colegio Carlos Arízaga Vera Mala calidad <ol style="list-style-type: none"> CEB Planta del Cebollar BCB Estación de Bomberos TET Terminal Terrestre



Tipo de contaminante	Una o más sustancias químicas o sustancias en concentraciones suficientemente altas en el aire para dañar a humanos, otros animales, vegetación o materiales.	- Ambiente	Medición dada por EMOV-EP	<ol style="list-style-type: none"> 1. Material particulado mayor de 10 micras (MP₁₀) 2. Material particulado menor de 2.5 micras (MP_{2.5}) 3. Ozono (O₃) 4. Dióxido de Nitrógeno (NO₂) 5. Dióxido de Azufre (SO₂)
Unidades de salud del primer nivel donde se diagnosticaron enfermedades respiratorias agudas	Presencia de enfermedades respiratorias transmisibles Agudas diagnosticadas en los establecimientos de salud que pertenecen a sectores con buena y mala calidad del aire.	- Espacial	Diagnóstico y la ubicación geográfica de la unidad de salud.	<p>Dx realizados en:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Centro de Salud Parque Iberia 2. Centro de Salud N°4 3. Centro de Salud El Paraíso 4. Centro de Salud UNE-Totoracocha 5. Centro de Salud Terminal Terrestre 6. Centro de Salud N°2 7. Centro de Salud Carlos Elizalde 8. Centro de salud Virgen del Milagro 9. Centro de salud Machángara 10. Centro de salud Uncovía 11. Centro de salud El Cebollar 12. Nicanor Merchán 13. Centro de salud Baños

Elaborado por: José Gabriel Fernández Peralta, Erick Alberto Ortiz Mora

Anexo 2. TABLA DE RECOLECCIÓN DATOS

Centro de Salud	# J00-J06	%J00-J06	# J09-J18	% J09-J18	# J20-J22	% J20-J22	# H65-H66	% H65-H66	# TOTAL	% TOTAL
Centro de Salud Parque Iberia										
Centro de Salud Parque Iberia										
Centro de Salud El Arenal										
Centro de Salud El Paraiso										
Centro de Salud UNE-Totoracocha										
Centro de Salud Terminal Terrestre										
Centro de Salud N2										
Centro de Salud N2										
Centro de Salud Carlos Elizalde (N4)										
Centro de salud Virgen del Milagro										
Centro de salud Machángara										
Centro de salud Machángara										
Centro de salud Uncovia										
Centro de salud Uncovia										
Centro de salud El Cebollar										
Centro de salud El Cebollar										
Nicanor Merchan N3										
Nicanor Merchan N3										
Centro de salud Baños										



ANEXO 3
CRONOGRAMA

Diagrama de Gantt

Actividades	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				Responsables
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Elaboración, presentación y aprobación de protocolo																									Investigadores Director
Elaboración del marco teórico																									Investigadores Director
Recolección de los datos																									Investigadores Director Asesor
Revisión y corrección de los datos																									Investigadores
Procesamiento y análisis de datos																									Investigadores
Discusión Conclusiones Recomendaciones.																									Investigadores Director Asesor
Elaboración y revisión del informe final																									Investigadores Director Asesor

Elaborado por: José Gabriel Fernández Peralta, Erick Alberto Ortiz Mora